Z. Säugetierkunde **61** (1996) 202–214
© 1996 Gustav Fischer, Jena

ZEITSCHRIFT FÜR SÄUGETIERKUNDE
INTERNATIONAL JOURNAL OF MAMMALIAN BIOLOGY

Wie nutzen Wasserfledermäuse, *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), ihre Tagesquartiere?

Von I. Rieger

Dachsen, Schweiz

Eingang des Ms. 24. 07. 1995
Annahme des Ms. 13. 03. 1996

Abstract

How do Daubenton's bats, Myotis daubentonii, use their day roosts?

Daubenton's bats, *Myotis daubentonii*, in the area of the Rhinefalls (Switzerland) use up to seven day roosts. On an average, they change roosts every second day. Some individuals visited two or more day roosts within 24 hours, others used exclusively the same day roost for more than two weeks. Males change roosts twice as often as females. A newly used day roost is some 600 m away from the old roost. All day roosts in a forest are connected with one another by individual roost changes. Such day roost networks are restricted to one forest. We never found roost networks with day roosts in different forests. Following rainy days, Daubenton's bats have a higher tendency to change roosts than after dry days.

Our knowledge is too small for a functional description of day roosts of Daubenton's bats. We distinguish the following day roost types: Type A day-roosts have high animal numbers without much change from day to day. These day roosts are favourite, based on the number of changes at these roosts. Their entrances are two to five m above the ground. Bat groups in Type A day-roosts vary during the hunting season. Type B day-roosts have entrances ten m or more above the ground. 30 to 100 individuals stay together in type B1 roosts. Group size changes daily. Only single animals or a few animals stay in Type B2 day-roosts, but they use these roosts exclusively for two or more weeks. Type C day-roosts have entrances two to five m above the ground. The number of bats staying together is small, usually less than 15, quite often less than 6 animals. They stay longer in a Type C roost than in a Type A roost.

Einleitung

Seit mehreren Jahren werden Verhalten und Ökologie von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentonii*, in der Region Rheinfall studiert (Rieger et al. 1990, 1992; Rieger und Walzthöny 1993; Rieger und Alder 1993, 1994; Rieger 1994, 1996). Diese Fledermäuse, die sich tagsüber in hohlen Bäumen im Wald aufhalten, sind schwierig zu beobachten (Cerveny und Bürger 1989; Fuhrmann und Godmann 1991, 1994; Godmann 1994; Helmer 1983; Labes et al. 1989; Sluiter und van Heerdt 1966; Stutz und Haffner 1985; Stratmann 1978; Wolz 1986). Es scheint, als würden Begriffe wie Zwischenquartier, Wochenstubenquartier, Männchenquartier die Quartiere von den waldlebenden Fledermäusen nicht ebenso gut beschreiben wie bei synanthropen Fledermaus-Arten. In der Region Rheinfall halten sich Wasserfledermäuse tagsüber hauptsächlich in vitalen, hohlen Rotbuchen und Eichen auf. Die meisten Rotbuchen mit Wasserfledermaus-Quartieren sind forstwirtschaftlich wenig wertvoll, sie eignen sich höchstens als Brennholz. Quartierbäume haben auf Brusthöhe einen Umfang von 30 bis 300 cm, die Quartieröffnungen münden zwischen 50 cm und über 15 m, die meisten zwischen 1 und 5 m über Boden (einige

Quartierbäume haben Öffnungen, die so hoch liegen, daß man sie vom Boden aus nicht sehen kann). Die höchsten Punkte der Baumhöhlen sind 1 bis 170 cm über der Quartieröffnung. Mehr als 40% aller Quartierbäume sind höchstens 30 m vom Waldrand entfernt. Sie stehen bevorzugt an Süd- bis Westhängen. Vermutlich sind geeignete Quartiere ein limitierender Faktor für die Verbreitung der Wasserfledermäuse, auch wenn in der Region Rheinfall der Anteil hohler Buchen am Gesamt-Baumbestand relativ hoch ist (Rieger 1996).

Von einer Tierart, die ein so großes Verbreitungsgebiet hat wie die Wasserfledermaus (Bodganowicz 1994), darf man annehmen, daß sie ganz unterschiedlichen Umweltbedingungen begegnet und ihr Verhalten diesen Bedingungen optimal anpaßt. Verhaltensweisen und ökologische Besonderheiten einer Teilpopulation müssen nicht zwingend in andern Teilpopulationen auftreten. Die vorliegende Übersicht faßt erste Resultate zusammen, die zeigen, wie Wasserfledermäuse in der Region Rheinfall ihre Baumhöhlen-Quartiere nutzen.

Material und Methode

Untersuchungsgebiet: Das Haupt-Untersuchungsgebiet ist eine rund 64 km^2 große Region um den Rheinfall (8°40′ östliche Länge, 47°40′ nördliche Breite; Kilometer-Koordinaten des Bundesamts für Landestopographie 687/278 bis 695/286). Der Rhein-Wasserspiegel liegt oberhalb des Kraftwerks Schaffhausen (KWS) 392 müM, zwischen KWS und Rheinfall 385 müM, unterhalb des Rheinfalls 359 müM. Dies ist der tiefste Bereich im Untersuchungsgebiet. Die höchsten Punkte im Untersuchungsgebiet liegen 481 müM (Ryhirt), 551 müM (Engiwald), 567 müM (Buechbüel), 570 müM (Cholfirst). Rund ein Drittel dieses Gebiets ist bewaldet, knapp 4% sind Gewässer, und ein Fünftel ist Siedlungs- und Industriegebiet. Die Region ist teils dicht besiedelt (Schaffhausen, Neuhausen), teils Landwirtschaftsgebiet (Zürcher Weinland).

Wald: Im Untersuchungsgebiet liegen große Waldparzellen auf den Hügelkuppen. Sie haben keinen direkten Rhein-Anstoß. Einzig im Osten und im Südwesten fließt der Rhein entlang von größeren Waldparzellen (Schaaren-Wald vis-à-vis von Büsingen; Schwaben-Wald auf der deutschen Rheinseite bei Dachsen und Rheinau). Die Waldgesellschaften gehören vorwiegend zum Typ Waldmeister-Buchenwald (Schmider et al. 1993). Rotbuchen, *Fagus sylvatica*, und Eichen, *Quercus robur*, sind die häufigsten Baumarten. Die Buche ist mit einem Drittel am gesamten Holzvorrat die häufigste Holzart. Eichen werden seltener, ihr Anteil sank von einem Viertel in den 20er Jahren auf ein Sechstel in den 80er Jahren. Fichten, *Picea abies*, steigerten ihren Anteil von rund einem Fünftel auf rund ein Viertel. Der Anteil an Weißtannen, *Abies alba*, sank von einem Fünftel auf ein Achtel. In den letzten 6 Jahrzehnten verdoppelte sich das Holzvolumen im Cholfirst-Wald. Die meisten Quartier-Untersuchungen wurden in den Wäldern „Ryhirt“ (2 km^2), „Schaffhauser Wald“ (0,5 km^2) und „Cholfirst“ (11 km^2) gemacht.

Tierfang: Wasserfledermäuse wurden mit dem Japannetz (etwa 1,5 cm Maschenweite, 0,2 mm Fadendurchmesser) gefangen. Fangorte waren Flugstraßen und die Ausflugbahn vor Quartieröffnungen. Vor Quartieröffnungen wurden die Tiere auch mit einem Plastikschlauch, einem Plastiktrichter oder der Tuttle-Trap gefangen.

Telemetrie: Es wurden Radiotelemetriesender mit Thermistor von Biotrack, UK, eingesetzt (0,85 g schwer, 9 mm breit, 13 mm lang und 5 mm hoch, mit einer 15 cm langen Stahldrahtantenne). Die Sender wurden mit einem Cellophan-Halsband und einem Tropfen eines giftfreien Kontaktklebers im Nakken der Wasserfledermaus befestigt. Zum Empfang dienten 2- bis 4teilige Richtantennen auf dem Autodach, auf dem Velo, dem Moped und in der Hand. Bei idealen Bedingungen, d. h. trockener Luft und Sichtverbindung, hatten die Sender und Antennen eine Reichweite von 700 m, meist betrug die Reichweite aber nur 300 bis 500 m. Triangulieren erübrigte sich zumeist, da man mit dem Telemetrie-Empfänger so nahe beim Tier war, daß man aus der Richtung, der Signalintensität (dem geschätzten Abstand), der Geländestruktur und den Habitaten recht genau auf den Aufenthaltsort des Tiers schließen konnte.

Zur Kennzeichnung wurden Armklammern des Naturhistorischen Museums Genf verwendet. In der Regel wurden nur Tiere in einem Gebiet markiert, in dem auch öfter gefangen wurde, d. h. es wurden Tiere mit einer gewissen Wiederfang-Wahrscheinlichkeit gekennzeichnet.

Für Quartier-Ausflugbeobachtungen wurden infrarot-empfindliche Bildwandler eingesetzt (je nach spektraler Empfindlichkeit Wärmebildgerät = Optronisches Beobachtungsgerät OBG oder Infrarot-Fernsehkamera IR-TV). Das OBG nutzt Wellenlängen zwischen 8 und 12 µm und wandelt die Wärmeabstrahlung eines Körpers in ein Bild um. Die IR-TV-Kamera nutzt Wellenlängen zwischen 4 und 10 nm. Die Infrarot-Lichtquelle ist ein Scheinwerfer mit vorgesetztem IR-Filter.

Neben der Registrierung mit technischen Ausrüstungen wurde der Quartierausflug optisch beobachtet. Dabei saß der Beobachter beim Quartierbaum (nicht in der Ausflugbahn der Fledermäuse) und beleuchtete die Ausflugbahn, nicht aber die Quartieröffnung, mit einer Taschenlampe. Zudem war ein Bat Detektor mit maximaler Empfindlichkeit bei rund 40 kHz eingeschaltet.

Definitionen: Das Tagesquartier (Tab. 1) ist ein Ort, wo sich die Wasserfledermäuse tagsüber aufhalten und ruhen. Als Quartierwechsel gilt, wenn eine Wasserfledermaus nach einer Aktivitätsphase außerhalb des Tagesquartiers sich in ein anderes Tagesquartier zurückzieht.

Ergebnisse und Diskussion

Tagesquartiere von radiomarkierten Wasserfledermäusen

Es wurden 25 Wasserfledermäuse im Mittel während je 12 (1 bis 30) Tagen telemetriert. 24 Tiere hielten sich zeitweise in Tagesquartieren auf. Eine Wasserfledermaus benutzte ein bis sieben verschiedene Tagesquartiere.

Aufenthaltsdauer im Tagesquartier

Wasserfledermäuse benutzen ohne Unterbrechung das gleiche Tagesquartier von null bis 23 Tagen. Null Tage im gleichen Tagesquartier bedeutet, daß sich eine Wasserfledermaus innerhalb von 24 Stunden in mindestens zwei verschiedenen Tagesquartieren aufhielt. Dies trifft zu vor allem im April, aber auch im Juli und Oktober waren radiomarkierte Wasserfledermäuse (♀♀ und ♂♂) innerhalb einer Nacht in mehr als einem Baumhöhlen-Quartier. Im Durchschnitt sind Wasserfledermäuse während zwei aufeinanderfolgenden Tagen im gleichen Quartier und wechseln dann in ein anderes.

Die durchschnittliche individuelle Aufenthaltsdauer in einem Tagesquartier variiert von Individuum zu Individuum. Weibchen bleiben durchschnittlich doppelt so lange in einem Tagesquartier wie Männchen (Tab. 2).

Distanzen zu neu genutzten Tagesquartieren

Es wurden rund 100 Wechsel einer radiomarkierten Wasserfledermaus von einem Tagesquartier in ein anderes registriert (Abb. 2). Während der gesamten Telemetriedauer wechselten die Tiere durchschnittlich über Distanzen von etwa 600 m; der größte Wechsel ging über 4 km, der kleinste über 15 m. Alle Wechsel über Distanzen größer als 1 900 m fanden im April statt. Die Quartierwechsel über sehr große Distanzen waren nicht mit dem Fang und Ausrüsten des Tiers mit einem Radiosender korreliert. Große Distanzen bei Quartierwechsel fanden in den ersten 24 Stunden statt, aber auch Tage nachdem eine Wasserfledermaus radiomarkiert wurde.

Höhe der Quartieröffnung über dem Boden der neu genutzten Tagesquartiere

Bei den meisten Quartierwechseln beziehen Wasserfledermäuse Quartiere mit Öffnungen bis 5 m über Boden. Weniger häufig wechseln die Tiere in Quartiere mit Öffnungen zwischen 5 und 10 m über Boden. Noch seltener sind Wechsel in Quartiere mit Öffnungen, die mehr als 10 m über Boden liegen. Es gibt keine bevorzugten Höhen von Quartieröffnungen zu verschiedenen Zeiten der Telemetriephase (Tab. 3).

Tabelle 1. Tagesquartiere von Wasserfledermäusen in der Region Rheinfall (siehe auch Rieger 1996).

Quartier-Code	Baum					Quartieröffnung				Standort	
	Rot-buche	Eiche	Hage-buche	an-derer	Stamm-umfang auf Brusthöhe [cm]	Spalt	ausge-faulter Ast	an-dere	Höhe über Boden [cm]	Wald-rand-abstand [m]	Höhe über Meer [müM]
Schaffhauser-Wald											
QB200	■				62	■			230	20	419
QB202	■				80		■		240	100	440
QB203		■			200	■			860	100	442
QB204	■				61	■			1 010	80	431
QB206	■				56	■			441	100	435
QB207	■				43	■			350	100	430
QB208	■				60		■		490	125	440
QB401			■		48					15	395
QB403		■			111			■		62	395
QB801				■				■		20	415
Siedlungsgebiet											
QS050				■							392
QS051				■							400
QS052				■							400
QS101				■	300		■				406
Ryhirt-Wald											
QS701	■				80	■			680	5	459
QS702	■				105	■			162	5	472
QS703	■				47	■	■		146	5	455
QS704	■				76	■			340	5	470
QS705	■				78	■			160	5	472
QS706	■				97	■			390	10	448
QS707	■				70	■			473	1	458
QS709	■				70	■			300	17	468
QS710	■				46	■			87	10	469
QS711		■					■			5	460
QS712	■				38	■			59	100	470
QS713	■				155		■		490	1	462
QS716	■				202					200	460
QS717	■				94	■			543	14	470
QS718				■				■	350	10	465
QS719	■				35	■			345	15	470
QS720	■				98					180	465
QS721	■				62		■		460	200	460
QS722	■				82					80	458
QS723				■				■	302	10	470
QS724				■	350			■		20	470
QS725	■				51	■			790	8	470
QS726	■				221					237	470
QS727	■				282					2	440
QS728	■				31	■			528	22	465

Tabelle 1. (Fortsetzung)

Quartier-Code	Baum					Quartieröffnung				Standort	
	Rot-buche	Eiche	Hage-buche	an-derer	Stamm-umfang auf Brusthöhe [cm]	Spalt	ausge-faulter Ast	an-dere	Höhe über Boden [cm]	Wald-rand-abstand [m]	Höhe über Meer [müM]
Ryhirt-Wald											
QS729	■				168		■		500	20	460
QS731	■				113		■			260	460
QS738	■				55	■			742	115	460
QS739	■				187		■			142	468
QS740	■				34	■				35	455
QS741	■				192	■				45	465
QS742	■				138	■				195	462
QS744	■				64	■			272	25	465
QS745		■			154		■			190	460
QS746	■				63	■			516	175	455
QS747	■				68		■			50	465
QS749	■				154	■				17	448
QS751	■				42		■		297	72	466
Cholfirst-Wald											
QF200		■			257					40	478
QK001		■			266		■		800	107	480
QL202	■				83	■			410	165	495
QL203		■			170		■			110	515
QL204	■				70	■			400	340	520
QL205	■				75	■			250	405	555
QP200	■				87	■			500	122	445
QP201										125	500
QP202	■				112		■			600	532
QP400	■				110	■			135	20	395
QP402	■				90	■			305	350	402
QT001	■				117	■			287	760	562
QU001	■				34	■			354	42	532
QU002	■				73		■		175	68	539
QU011	■				34	■			340	465	546
QU012		■			298					412	535
QU013	■				55	■			130	485	540

Attraktive Tagesquartiere

Aufgrund der Anzahl radiomarkierter Wasserfledermäuse ist der Ryhirt-Wald das telemetrisch bestuntersuchte Wasserfledermaus-Waldhabitat. In diesem Wald sind rund 50 Baumhöhlen-Quartiere von Wasserfledermäusen bekannt. Es wurden hier auch mehr als 80 Quartierwechsel von radiomarkierten Tieren registriert. Nur ein halbes Dutzend Quartiere erhielten mehr als 4% dieser Quartierwechsel, Aufgrund der Quartierwechsel ist das Quartier QS709 das attraktivste (mehr als 15% aller Quartierwechsel), gefolgt von QS719 (11%) und QS713 (10%). Auf die übrigen 28 Quartiere verteilten sich weniger als zwei Drittel aller Quartierwechsel.

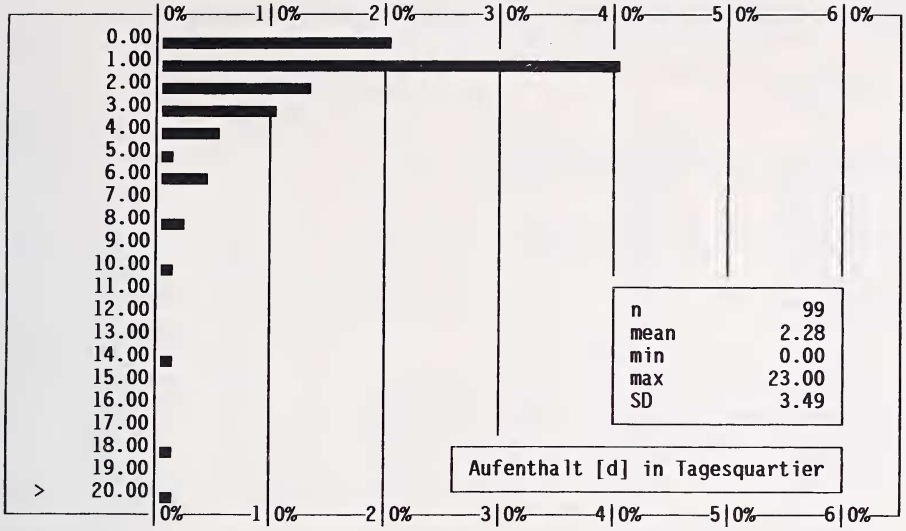

Abb. 1. Histogramm der Aufenthaltsdauer [in ganzen Tagen] von radiomarkierten Wasserfledermäusen im gleichen Tagesquartier.

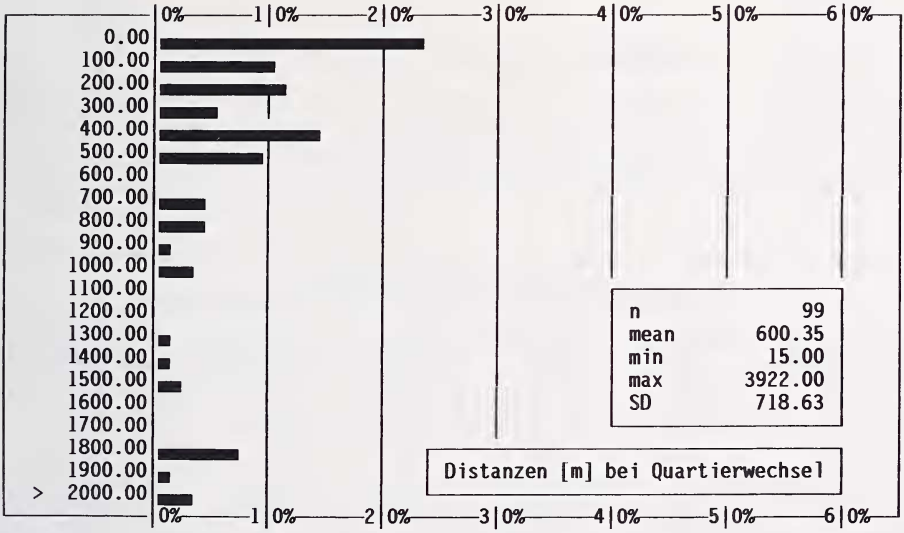

Abb. 2. Histogramm der Distanzen [in Metern] bei Quartierwechseln von radiomarkierten Wasserfledermäusen.

Individuelle Tagesquartier-Netze

Durch individuelle Wechsel von einem Quartier in ein anderes sind alle Baumhöhlen-Quartiere im Ryhirt-Wald miteinander vernetzt. Abgesehen von wenigen Ausnahmen (Tab. 4), ist kein Tagesquartier-Netz mit Quartieren in verschiedenen Wäldern bekannt. Wasserfledermäuse, die Tagesquartiere in hohlen Bäumen im kleinen Schaffhauser-Wald (nördlich von Büsingen) nutzten, hielten sich nie in hohlen Bäumen im nahen Ryhirt-Wald auf.

Tabelle 2. Aufenthaltsdauer [d], während der eine radiomarkierte Wasserfledermaus das gleiche Tagesquartier benutzt

Individuum Sex	Tage im gleichen Tagesquartier					
	mean	min	max	SD	Var	n
900 508 W	1.00	1	1			2
920 702 W	1.00	1	1			2
920 705 W	3.75	1	8	3.10	7.19	4
920 766 W	2.10	1	6	1.60	2.29	10
921 006 W	1.33	0	3	1.03	0.89	6
930 404 W	5.00	1	10	4.58	14.0	5
930 407 W	9.50	1	18	12.0	72.2	2
940 404 W	1.86	0	6	2.12	3.84	7
940 406 W	2.50	0	6	2.26	4.25	6
940 505 W	1.10	0	6	1.79	2.89	10
940 508 W	1.50	1	2	0.71	0.25	2
940 802 W	12.5	2	23	14.8	110	2
940 803 W	5.25	1	14	5.97	26.7	4
mean	3.72					
920 405 M	2.67	2	3	0.58	0.22	3
920 406 M	0.75	0	1	0.50	0.19	4
920 721 M	1.33	1	2	0.58	0.22	3
930 403 M	3.00	1	8	2.68	6.00	6
930 405 M	0.93	0	3	1.07	1.07	14
934 408 M	2.00	1	3	1.41	1.00	2
mean	1.78					

Tabelle 3. Höhe der Quartieröffnung über Boden [cm] eines neu benutzten Tagesquartiers von radiomarkierten Wasserfledermäusen

individuelle Telemetrie-Tage [d]	mittlere Höhe [cm]	kleinste Höhe [cm]	größte Höhe (*) [cm]	Standard-abweichung SD	Anzahl Meßwerte n
gesamt	862	56	1 552	573	101
0...2	831	56	1 549	572	22
2...5	822	87	1 552	587	29
5...10	892	240	1 552	569	28
>10	911	160	1 551	592	22

(*) bei Baumhöhlen mit nicht sichtbaren Quartieröffnungen wurden Werte von 1 500 bis 1 552 cm eingesetzt.

Quartierwechsel und Regen

Es regnete an 45% der Beobachtungstage (n = 69), an denen eine radiomarkierte Wasserfledermaus ihr Tagesquartier wechselte, teilweise ergiebig mit mehr als 100 mm Niederschlag. Es regnete an 38% der Beobachtungstage (n = 97), an denen eine radiomarkierte Wasserfledermaus das gleiche Tagesquartier benutzte wie am Vortag.

Tabelle 4. Bemerkungen zu Quartierwechsel über große Distanzen

Monat	Tier-Nr. Sex	Telemetrietag des Q-Wechsels	neues Quartier
April	920 404 ♀	1	QP201, 10 · 10 m große Region bestimmt. Telemetriesender fällt aus.
April	920 406 ♂	2	QS050, Dehnungsfuge in Brücke, eine zweite Wasserfledermaus im Quartier.
Juli	920 766 ♀	21	QS051, Dach Gaswerk. Vermutlich allein in diesem Quartier.
April	940 402 ♀	1	QB403, abgestorbene Eiche.
April	940 508 ♀	3	QB801, Föhre. Tier offensichtlich gestreßt (Radiosender schlecht montiert). Tags darauf in Jagdpausen-Quartier auf Weide am Rheinufer von Hand gefangen (Tier anschließend von Sender befreit, aufgefüttert und wieder freigelassen).
Mai	940 505 ♀	3/4/5/5/11	Wechselt mehrmals zwischen Quartieren im Ryhirt-Wald (QS705, QS719, QS745, QS713) und nahe am Rhein (QS052, QS101) hin und her.

Zusammensetzung der Gruppen in Tagesquartieren

Aufgrund der Zusammensetzung der Gruppen, kann man von „großen“ (mit 15 oder mehr Tieren) und von „kleinen“ Quartieren (mit weniger als 15 Tieren) sprechen. In bestimmten Wäldern (z. B. Schaffhauser-Wald) scheinen vorwiegend ♂♂ zu leben, in andern (z. B. Ryhirt) überwiegen die ♀♀. Die Gruppenzusammensetzungen scheinen sich im Lauf der Jagdsaison zu verändern (z. B. QS713).

Gruppengröße und Aufenthaltsdauer im Tagesquartier

Wasserfledermaus-Tagesquartiere mit hohen Beständen (aufgrund von Ausflugszahlen und Fangerfolgen) sind nicht identisch mit Tagesquartieren, in denen sich ein Wasserfledermaus-Individuum über längere Zeit aufhält (Daten von radiomarkierten Tieren). In Quartieren mit kleinen Beständen bleibt ein Individuum oft während einer langen Zeit (in einem Fall mehr als 3 Wochen).

Nicht nur Wasserfledermäuse, auch andere einheimische Fledermäuse mit Baumhöhlen-Tagesquartieren, wechseln mehr oder weniger oft ihr Tagesquartier (Cerveny und Bürger 1989; Chapuisat et al. 1988; von Helversen 1989; Henkel et al. 1989; Wolz 1986). Nach der Einteilung von Lewis (1995) gehören Wasserfledermäuse zu den quartierlabilen Fledermaus-Arten, d. h. sie wechseln das Tagesquartier meist häufiger als einmal innerhalb von 10 Tagen.

Lewis (1995) nennt folgende Gründe, weshalb Fledermäuse ein Quartier verlassen:
(1) Energiehaushalt: Eine Fledermaus, deren Tagesquartier nahe beim Jagdgebiet liegt, spart Energie, weil der Flug in das Jagdgebiet kürzer ist, als wenn sie tagsüber entfernt vom Jagdgebiet ein Quartier nutzt.
(2) Störungen am Quartier: z. B. Fangaktionen an Tagesquartieren, ausgeführt zum einen von Raubfeinden, zum andern von Forschern mit Telemetrieabsichten. Meist wechselten die Fledermäuse nach solchen Aktionen das Quartier.

(3) Änderungen im Mikroklima.
(4) Änderungen in der Quartiergeometrie.
(5) Parasiten im Quartier.
Die Wasserfledermäuse in der Region Rheinfall wechselten ihre Tagesquartiere z. T. aus den von Lewis (1995) aufgezählten Gründen:

Energiehaushalt: Oft benutzten Wasserfledermäuse nach Quartierwechseln über „große" Distanzen Tagesquartiere nahe beim Jagdhabitat Rhein. Verschiedene Wasserfledermäuse wechselten ihr Aufenthaltsgebiet großräumig, benutzten aber keine Tagesquartiere (♀ 940402), sondern hielten sich tagsüber in einem „Jagdpausen-Quartier" auf, oder aber ihr(e) Tagesquartier(e) wurde nicht gefunden (♂ 920702).

Störungen am Quartier/„Montageschock": Wenn eine Wasserfledermaus an einem Tagesquartier abgefangen und mit einem Radiosender ausgerüstet wird und das Tier anschließend das Quartier wechselt, dann sprechen wir von einem „Montageschock". Am ersten Telemetrietag wurden viele Wechsel in Quartiere mit Öffnungen über 10 m über Boden registriert. Dennoch liegt die durchschnittliche Höhe von Quartieröffnungen nach einem Quartierwechsel im Lauf der Telemetriedauer immer etwa bei 9 m.

Es scheint, als wäre die Konkurrenz um hohle Bäume groß. Fledermäuse sind vermutlich allen Konkurrenten (Specht, Star, Siebenschläfer, Hornisse) unterlegen. Für Fledermäuse ist die Konkurrenz in Baumhöhlen mit großen (>50 cm) Aufrißöffnungen am kleinsten, denn die meisten Säugetiere und Vögel nutzen den Dom der Baumhöhle nicht; bei großen Öffnungen stört ein allfällig vorhandener Konkurrent im unteren Höhlenteil die ein- und ausfliegenden Fledermäuse nicht. Dies dürfte mit ein Grund dafür sein, daß Wasserfledermäuse im Untersuchungsgebiet ihre Tagesquartiere in den meisten Fällen in Buchen mit Spaltöffnungen haben (Rieger 1996).

Mikroklima: Im Optronischen Beobachtungsgerät erscheinen Buchen heller abgebildet als andere Waldbäume, d. h. Buchen sind wärmer als andere Bäume. Dieser Unterschied besteht nicht nur in der Abenddämmerung, sondern während der ganzen Nacht. Der Wärmeunterschied zwischen verschiedenen Waldbäumen ist daher nicht auf unterschiedliche Abstrahlungswärme von tagsüber akkumulierter Wärme durch Sonnenbestrahlung zurückzuführen, sondern scheint die Folge von Stoffwechselvorgängen (z. B. Fäulnisprozesse) im Baum zu sein.

Die meisten Tagesquartiere liegen im Stammbereich, meist 2 bis 5 m über Boden. In einem vertikalen Temperaturgradienten vom Waldboden zu den Baumwipfeln ist dieser Bereich der wärmste (Mitscherlich 1988). Wasserfledermaus-Tagesquartiere liegen somit in relativ warmen Zonen und in warmen Bäumen.

Nach Alder (1994) schwankte die Temperatur in einer Wasserfledermaus-Baumhöhle (mittelgroße Buche) im Juni zwischen 4 °C über dem Minimum der Außentemperatur und 2 °C unter dem Maximum der Außentemperatur (QS709, Umfang 70 cm). In einer andern Höhle (kleinere Buche) schwankte sie zwischen 1 bis 2 °C über dem Minimum der Außentemperatur und 2 °C unter dem Maximum (QS710, Umfang 46 cm). Lange Meßreihen von Parametern des Baumhöhlen-Mikroklimas sind bis jetzt nicht zugänglich.

Man darf annehmen, daß sich das Mikroklima in wenigstens einigen Baumhöhlen-Quartieren verändert, wenn es regnet, denn bei einzelnen Bäumen sieht man nach dem Regen eine viel deutlichere Feuchtspur unterhalb der Quartieröffnung als während einer Trockenperiode. Zudem gibt es Hinweise, daß Wasserfledermäuse dazu neigen, nach Regentagen eher das Quartier zu wechseln als darin zu bleiben.

Quartiergeometrie: Messungen an Baumhöhlen-Quartieren in Jahres- oder Zweijahresabständen zeigen, daß sich die Höhlen-Dimensionen während eines Jahres in der Größenordnung von Zentimetern bis Dezimetern verändern können. Fäulnisprozesse lassen zum einen den Höhlenraum größer werden. Auf der andern Seite können aber herabfal-

lende Holzteile sich weiter unten in der Höhle verkeilen und das den Fledermäusen zugängliche Volumen verkleinern.

Aus verschiedenen Gründen wird bei einigen Quartieren die Öffnung nach und nach kleiner, so daß Wasserfledermäuse nicht mehr hindurchschlüpfen können:

Spaltförmige Öffnungen bei Rotbuchen verändern sich. In einem Fall (QT001) überwallte der Baum die Öffnung so stark, daß Wasserfledermäuse nicht mehr in das Baumhöhlen-Quartier hineinschlüpfen können (die kritische Weite liegt bei 10 mm).

Bei einem andern Quartier überwächst Efeu die Öffnung, so daß die Fledermäuse das Quartier nicht mehr benutzen.

Fledermaus-Kot verstopft die Quartieröffnung. Nach Entfernung des Kotes sind oft schon am nächsten Tag wieder Fledermäuse im Quartier. Einige ♀♀ nutzten ununterbrochen und sehr lange (10 bis 23 Tage) dasselbe Tagesquartier. Auch Dietz (unveröff.) berichtet von Individuen, die während mehr als zweieinhalb Wochen das gleichen Quartier nutzten. Im Sinne von Lewis (1995) verhalten sich diese Individuen quartiertreu.

Die herkömmlichen Fledermaus-Quartierbezeichnungen wie „Wochenstube, Zwischenquartier, Männchenquartier, Ausweichquartier etc." befriedigen nicht, wenn versucht wird, Quartiere von Wasserfledermäusen zu beschreiben. Das Quartier QS713 scheint zeitweise eine Wochenstube zu sein (z. B. 9. August 1994), zu andern Zeiten ist es ein reines ♂♂-Quartier (14. Oktober 1994) oder ein „Haremsquartier" (29. April 1993: damals wurden 40 ♀♀ gefangen gleichzeitig hielt sich das radiomarkierte ♂ 930 403 im Quartier auf, ließ sich aber nicht fangen). QB203 wäre aufgrund der Fangdaten ein ♂♂-Quartier, bei einer Ausflugskontrolle am 30. Mai 1992 flogen knapp hundert Tiere aus. In diesem Fall ist die Bezeichnung ♂♂-Quartier kaum angezeigt.

Wasserfledermaus-Tagesquartiere lassen sich erst mit funktionellen Begriffen beschreiben, wenn Beobachtungen während mindestens einer Jagdsaison an mindestens je einem der unten beschriebenen Quartiertypen durchgeführt wurden. Aufgrund der bisher vorliegenden Resultate können Wasserfledermaus-Tagesquartiere in drei bis vier Typen eingeteilt werden.

Wasserfledermäuse sind ein, zwei Tage mit vielen Artgenossen in einem Typ-A-Quartier zusammen, dann längere Zeit in einem Typ-C-Quartier mehr oder weniger allein. Quartiere vom Typ A scheinen sozial äußerst wichtige Quartiere zu sein: Sie enthalten große Bestände, die möglicherweise von Tag zu Tag anders zusammengesetzt sind. Einzig an einem Typ-A-Quartier (QS713) wurden Einflüge kurz nach der normalen Ausflugzeit (im Juni, noch keine Säuglinge zu diesem Zeitpunkt) beobachtet.

Typ-B-Quartiere liegen in hohen Bäumen. Die Quartieröffnungen befinden sich auf 10 oder mehr Meter über Boden. Diese Quartiere haben zwei verschiedene Nutzungsmuster. Im ersten Fall (Typ B1) sind 30 bis 100 Tiere zusammen. Die Bestände wechseln von Tag zu Tag. Beispielsweise flogen am 30. Mai 1992 aus dem Quartier QB203 96 Tiere aus, am darauffolgenden Morgen flogen nur 49 Tiere ins Quartier ein. Im zweiten Fall (Typ B2) scheint ein einzelnes Tier während langer Zeit ein solches „hohes" Quartier zu nutzen.

Möglicherweise spielt bei der Nutzung der Typ-B-Quartiere das Mikroklima, vor allem die Temperatur im Quartier, eine wichtige Rolle. An sich ist die Lage des Quartiers für den Wärmehaushalt ungünstig: 10 und mehr Meter über dem Waldboden ist es kühler als 2 bis 5 m über dem Boden. Eichen, ein häufiger Typ-B-Quartierbaum, sind nach Beobachtungen mit dem Optronischen Beobachtungsgerät weniger warm als Buchen. Dieses vermutete Wärmedefizit gleichen die Wasserfledermäuse aus, indem sie große Gruppen bilden (Typ B1).

Wie aber einzelne Tiere in einem Typ-B2-Quartier den Wärmehaushalt optimieren, ist nicht bekannt (das radiomarkierte ♀ 920 766, mit einem Telemetriesender mit Thermistor, übermittelte Nackenfelltemperaturen aus Typ-B2-Quartieren (QS711, QS051), die erstaunlich hoch waren).

Wasserfledermäuse waren mit Großen Abendseglern (*Nyctalus noctula*) in Quartieren vom Typ A (z. B. QS713), Typ B1 (QK001) und Typ C (z. B. QS704) zusammen. Im Typ-A-Quartier QS 709 fanden sich einmal, neben Wasserfledermäusen, auch zwei Mausohr-♀♀ (*Myotis myotis*). Im Oktober war eine Langohrfledermaus (*Plecotus* sp.) im Typ-C-Quartier QS712.

Wasserfledermäuse in der Region Rheinfall wechseln von Quartier zu Quartier über Distanzen von durchschnittlich 600 m. Die Quartier-Netze der radiomarkierten Wasserfledermäuse in der Region Rheinfall sind vermutlich gleichzusetzen mit den „Kolonien", die Geiger (unveröff.) mit Hilfe beringter Wasserfledermäuse in Mittelfranken fand.

Quartierwechsel über Distanzen von mehr als 1 km waren selten. Beim jetzigen Stand des Wissens lassen sich die großräumigen Wechsel wie folgt interpretieren:

Die ♀♀ 920 404 und 940 404 reagierten mit „Montageschock" (Wechsel am ersten Telemetrietag).

Das ♀ 940 508 verhielt sich atypisch wegen des schlecht montierten Senders.

Die großräumigen Wechsel von ♂ 920 406 und ♀ 920 766 lassen sich als Wechsel in Quartiere nahe beim Gewässerjagdhabitat kennzeichnen. ♀ 940 505 hielt sich mehrere Tage in Quartieren am Rhein (QS101, QS052) auf, dann wieder in Quartieren im Ryhirt-Wald. Diese Wechsel machte es mehrere Male.

Die meisten Quartierwechsel machten Wasserfledermäuse zwischen den Tagesquartieren des gleichen Waldes. Keine Wasserfledermaus wechselte von Quartieren in Bäumen im Schaffhauser-Wald in Quartiere im benachbarten Ryhirt-Wald, obwohl Tiere aus Ryhirt- und Schaffhauser- Wald-Quartieren auf gleichen Flußabschnitten jagten.

Danksagung

Viele Daten über Verhalten und Ökologie von Wasserfledermäusen trugen die Kolleginnen und Kollegen, die an Projekten der Fledermaus-Gruppe Rheinfall mitarbeiten, bei. Mein Dank gilt Hansueli Alder, Fabio Bontadina, Claudia und Roland Bösiger, Jürg Cambensy, Sandra Gloor, Martin Graf, Erika und Jürg Merki, Andreas Müller, Thomas Müller, Ruedi Schneider, Doris Walzthöny; Mitglieder des Vereins für Vogel- und Naturschutz Schaffhausen TURDUS und des Naturschutzvereins Dachsen NVD, und Teilnehmer an einem Kurs der Lehrerfortbildung des Kantons Schaffhausen. NVD und die Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen unterstützen mit Geldbeträgen die Projekte der FMGR. Phil W. Richardson überarbeitete die englische Zusammenfassung.

Zusammenfassung

Wasserfledermäuse in der Region Rheinfall nutzen bis zu sieben verschiedene Tagesquartiere. Durchschnittlich wechseln sie alle zwei Tage das Quartier. Einzelne Individuen findet man innerhalb von 24 Stunden in zwei oder mehr Tagesquartieren. Andere Tiere nutzen während mehr als zwei Wochen ununterbrochen dasselbe Tagesquartier, ♂♂ wechseln das Tagesquartier doppelt so häufig wie ♀♀. Das neue Quartier ist durchschnittlich 600 Meter vom alten entfernt. Die Quartiere in einem Wald sind durch individuelle Quartierwechsel untereinander vernetzt. Solche Tagesquartier-Netze sind immer auf einen Wald beschränkt, es gibt keine Netze mit Quartieren in verschiedenen Wäldern. Nach Regentagen neigen Wasserfledermäuse eher zu einem Quartierwechsel als nach trockenen Tagen.

Für eine funktionelle Beschreibung der Wasserfledermaus-Tagesquartiere ist die Datenbasis zu klein. Folgende Quartiertypen werden unterschieden: Typ-A-Quartiere haben große Tierbestände, die von Tag zu Tag wenig variieren. Die Quartiere sind attraktiv, gemessen am Anteil von Quartierwechseln, die zu diesen Quartieren führten. Die Quartieröffnungen liegen im Stammbereich zwischen zwei und fünf Metern über Boden. Die Tiergruppen in Typ-A-Quartieren sind je nach Saison verschieden zusammengesetzt. Typ-B-Quartiere haben ihre Öffnungen über 10 m über Boden. In Typ-B1-Quartieren sind 30 bis 100 Tiere zusammen, die Bestände variieren von Tag zu Tag sehr stark. In Typ-B2-Quartie-

ren sind nur einzelne Tiere, die oft zwei und mehr Wochen bleiben. Typ-C-Quartiere haben Öffnungen zwei bis fünf Meter über Boden. Es finden sich meist weniger als 15 Tiere, meist sogar weniger als 6 Tiere in solchen Quartieren. Die Tiere bleiben aber meist länger als in Typ-A-Quartieren.

Literatur

Alder, H. (1994): Erste Erfahrungen mit dem Data Logger: Ereigniszählung vor Baumhöhlenquartieren von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, bei gleichzeitiger Messung mikroklimatischer Werte. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **39**, 117–131.

Cerveny, J.; Bürger, P. (1989): Bechstein's Bat, *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818 in the Sumava Region. In:European Bat Research 1987. Ed. by V. Hanák, I. Horáček, and J. Gaisler. Praha: Charles Univ. Press. Pp. 591–598.

Chapuisat, M.; Delacretas, P.; Reymond, A.; Ruedi, M.; Zuchuat, O. (1988): Biologie du Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) en periode de reproduction. Le Rhinolophe **5**, 1–8.

Fuhrmann, M.; Godmann, O. (1991): Natürliche Quartiere der Waldfledermäuse schützen! Konsequenzen aus einer Baumhöhlenuntersuchung im Rheingau. Allg. Forstzeitschrift **46**, 982–983.

Fuhrmann, M.; Godmann, O. (1994): Baumhöhlenquartiere vom Braunen Langohr und von der Bechsteinfledermaus: Ergebnisse einer telemetrischen Untersuchung. In: Die Fledermäuse Hessens. Geschichte, Vorkommen, Bestand und Schutz. Verlag Manfred Hennecke. Pp. 181–186.

Godmann, O. (1994): Methoden der Fledermauserfassung und ihre Effektivität bezüglich der verschiedenen Arten und deren Schutz. In: Die Fledermäuse Hessens. Geschichte, Vorkommen, Bestand und Schutz. Verlag Manfred Hennecke. Pp. 103–106.

Helmer, W. (1983): Boombewonende Watervleermuizen *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817) in het rijk van nijmegen. Lutra **26**, 1–11.

Helversen, O. von (1989): Schutzrelevante Aspekte der Ökologie einheimischer Fledermäuse. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz **92**, 7–17.

Henkel, F.; Bornkessel, G.; Tress, C.; Fischer, J. A.; Tress, J. (1989): Beobachtungen an Wochenstuben der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssoni*) und über den Witterungseinfluß. In: Populationsökologie von Fledermausarten Ed. by D. Heidecke und M. Stubbe. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Wissenschaftliche Beiträge **20**, 177–188.

Labes, R.; Labes, S.; Sawallisch, D. (1989): Erstnachweis des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) in einer Wasserfledermausgesellschaft (*Myotis daubentoni*). In: Populationsökologie von Fledermausarten. Ed. by D. Heidecke und M. Stubbe. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Wissenschaftliche Beiträge **20**, 111–112.

Lewis, S. E. (1995): Roost fidelity of bats: A review. J. Mammalogy **76**, 481–496.

Mitscherlich, G. (1988): Wald, Wachstum und Umwelt – Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Zweiter Band. Waldklima und Wasserhaushalt. 2. überarb. und erw. Aufl. Frankfurt am Main: J. D. Sauerländer's Verlag.

Rieger, I.; Walzthöny, D.; Alder, H. (1990): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, benutzen Flugstraßen. Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen **35**, 37–68.

Rieger, I.; Alder, H.; Walzthöny, D. (1992): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, im Jagdhabitat über dem Rhein. Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen **37**, 1–34.

Rieger, I.; Walzthöny, D. (1993): Fixstreifen-Taxation: Ein Vorschlag für eine neue Schätzmethode von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, im Jagdgebiet. Z. Säugetierkunde **58**, 1–12.

Rieger, I.; Alder, H. (1993): Weitere Beobachtungen an Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, auf Flugstraßen. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **38**, 1–34.

Rieger, I. (1994): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, in einem großen offenen Unterstand. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **39**, 61–91.

Rieger, I. (1996): Quartiere von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, in hohlen Bäumen. Schweiz. Z. Forstwes. **147**, 1–20.

Rieger, I.; Alder, H. (1994): Verhalten von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, am Baumhöhlen-Quartier. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **39**, 93–118.

Schmider, P., Küper, M., Tscharner, B., Käser, B. (1993): Die Waldstandorte im Kanton Zürich – Waldgesellschaften, Waldbau, Naturkunde. Zürich: Verlag der Fachvereine an den schweizerischen Hochschulen und Techniken AG.

Sluiter, J. W.; van Heerdt, P. F. (1966): Seasonal Habits of the Noctule Bat (*Nyctalus noctula*). Archives Néerlandaises Zool. **16**, 423–439.

Stratmann, B. (1978): Faunistisch-ökologische Beobachtungen an einer Population von *Nyctalus noctula* im Revier Ecktannen des StFB Waren (Müritz). Nyctalus (N.F.), **1**, 2–22.

Stutz, H. P.; Haffner, M. (1985): Baumhöhlenbewohnende Fledermausarten der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. **136**, 957–963.

Wolz, I. (1986): Wochenstuben-Quartierwechsel bei der Bechsteinfledermaus. Z. Säugetierkunde **51**, 65–74.

Anschr. des Verf.: Dr. Ingo Rieger, Chratzhöfli 4, CH-8447 Dachsen